

江西玉山晚奥陶世层孔虫-珊瑚点礁

陈学时

(杭州石油地质研究所, 浙江杭州 310023)

江西玉山大山脚晚奥陶世三巨山组层孔虫-珊瑚点礁,是在三山地区孤立碳酸盐岩台地内发育形成的,为一个在垂向上由上、下两个点礁体组成的复合型和多旋回叠置礁。主要造礁生物为块状、丛状床板珊瑚,球状、块状层孔虫和藻类,可划分出4个组成复杂、具有演替关系的生物群落。礁岩以障积岩、粘结-障积岩、障积-粘结岩和藻包覆骨架岩等过渡类型为主。礁相可划分出礁基底、礁核、礁间沉积、礁前塌积和礁盖层等5个亚相。礁核亚相具明显的3个生长旋回。礁的演化受控于构造和泥质碎屑物的注入。

关键词 生物礁 礁相特征 生物群落 晚奥陶世 玉山

作者简介 陈学时 男 52岁 高级工程师 沉积学与石油地质

江西玉山县岩瑞乡大山脚村晚奥陶古三巨山组层孔虫-珊瑚礁相地层,是1987年南京大学孟志诚等人首先发现的。1989年杭州石油地质研究所在浙江常山、江山及江西玉山(简称三山地区)等地对三巨山组生物礁进行了深入详细的野外调查和研究工作,发现这类层孔虫-珊瑚礁达十几处之多,属台地之内点礁群。

1 区域地质背景

江西玉山大山脚层孔虫-珊瑚点礁为三山地区(浙江常山、江山,江西玉山)点礁群中的一个(图1),发育于上奥陶统三巨山组上段上部,为一个发育良好并具多阶段生长的礁体,呈NE-SW向延伸,出露长度一百余米,总厚达110 m。

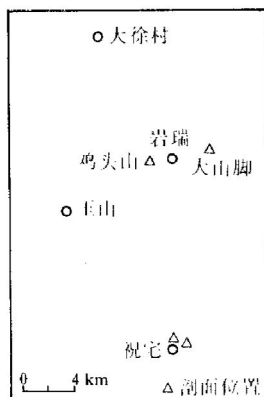


图1 玉山生物礁剖面位置图

三巨山组由一套巨厚的碳酸盐岩组成,厚达1500 m以上,是构成三山地区孤立碳酸盐岩台地的主要地层单元,主要受NE向断裂的控制,是在深陆棚相基础上发展起来的向上变浅的陆棚-台地沉积,可分出斜坡-浅陆棚相、台地边缘相和台地相沉积(图2)。斜坡-浅陆棚相主要为一套韵律状的泥质条带灰岩沉积,部分层段具滑塌岩块和粒序层。台地边缘相由线状生物礁丘和灰泥丘组成,灰泥丘呈丘状、透镜状,高数米至10 m,长几米至50余米,顺层分布,成层出现,生物礁丘是在灰泥丘的基础上发育起来的,其大小、形态及分布与灰泥丘类似。台地相可分出半局限海台地、局限海台地和生物点礁等亚相带。半局限海台地亚相为泻湖沉积,蓝绿藻极为发育,常见生物有腹足类、苔鲜虫类、介形类及鸟眼、窗孔、层纹、示底等构造;局限海台地亚相以潮间-潮上坪沉积为主,纹层、干裂纹、鸟眼及示底构造发育;

层孔虫-珊瑚点礁是在总的海退背景下,由于区域构造活动而产生的短暂性海底沉降,使局限海与大洋水畅通并形成正常浅海环境,在三巨山组上段沉积了生屑滩,由此各种生物逐渐繁殖,从而在生屑滩上发育起来的。

2 层孔虫-珊瑚点礁特征

层孔虫-珊瑚点礁呈长透镜状、似层状及面包状分布,为一个上、下叠置的复合型礁(图3),其间由厚层黄绿色泥页岩间断分隔并与长坞组浅陆棚相粉砂质泥岩呈相变关系。

2.1 主要造礁生物及生态^[1,2,7]

2.1.1 床板珊瑚

为主要造架生物和障积生物,多为原地生长的块状、丛状群体,有如下几种生态(图4)。

2.1.1.1 块状、球状及面包状

以阿盖特珊瑚(*Agetolites*, *Agetolitella*, *Agetolitoides*)、日射珊瑚(*Heliolites*, *Protohelites*, *Parahelites*, *Neowormsipora*)、似网膜珊瑚(*Plasmoporella*)、原孔珊瑚(*Propora*)、星孔珊瑚(*Stelliporella*)等为代表(图版1-1,2,3,4)。块体直径5~30 cm,以多世代重叠向上生长或横向生长为特征,形成稳定的生长骨架。在礁核中常与层孔虫共生。

2.1.1.2 丛状

以似弗莱契珊瑚(*Fletcheriella*)和始弗莱契珊瑚(*Eofletcheriella*)为代表(图4)。似弗莱契珊瑚为大型丛状复体,复体块径80~150 mm,丛状体由粗壮的长圆柱状个体组成,除少量倒伏外,大多数保存着原生状态。始弗莱契珊瑚为小型丛状复体,由细小的圆柱形个体组成,块径20~70 mm。以上两类珊瑚分布较广、常与其它群体珊瑚和层孔虫共生于礁核中。

2.1.2 层孔虫

为第二类重要造礁生物(图4),有如下几种生态。

2.1.2.1 球状、半球状和不规则块状

这类层孔虫主要以网格层孔虫(*Clathrodictyon*)、蜂巢层孔虫(*Ecelimadictyon*)为代表(图版1-5,6),其次还有少量图瓦层孔虫(*Tuvaechia*)、织层孔虫(*Plexodictyon*)和泡沫层孔虫(*Cystostroma*)等。个体直径5~35 cm,从水深5~20 m的开阔海高能环境至局限海低能环境均可出现,较大型的球状块状层孔虫一般处于中~高能环境;半球状、网球状等小型层孔虫通常发育于平静低能或受限制的浅水环境,在礁核中常与床板珊瑚共生并组成块状礁格架。

2.1.2.2 薄板状、薄层状、穹隆状和包覆状

以蜂巢层孔虫、网格层孔虫为主,体径从几厘米至30 cm,以横向生长为特征。穹隆状、包覆状层孔虫常以覆盖或包绕形式于其它造架生物上生长,形态弯曲而不规则,它们大多数形成于中、低能的快速沉积环境,起着覆盖、包绕和障积的功能。层孔虫可忍受一定量的泥砂混入,但当泥砂量增大时,发育即被抑制而个体变小。

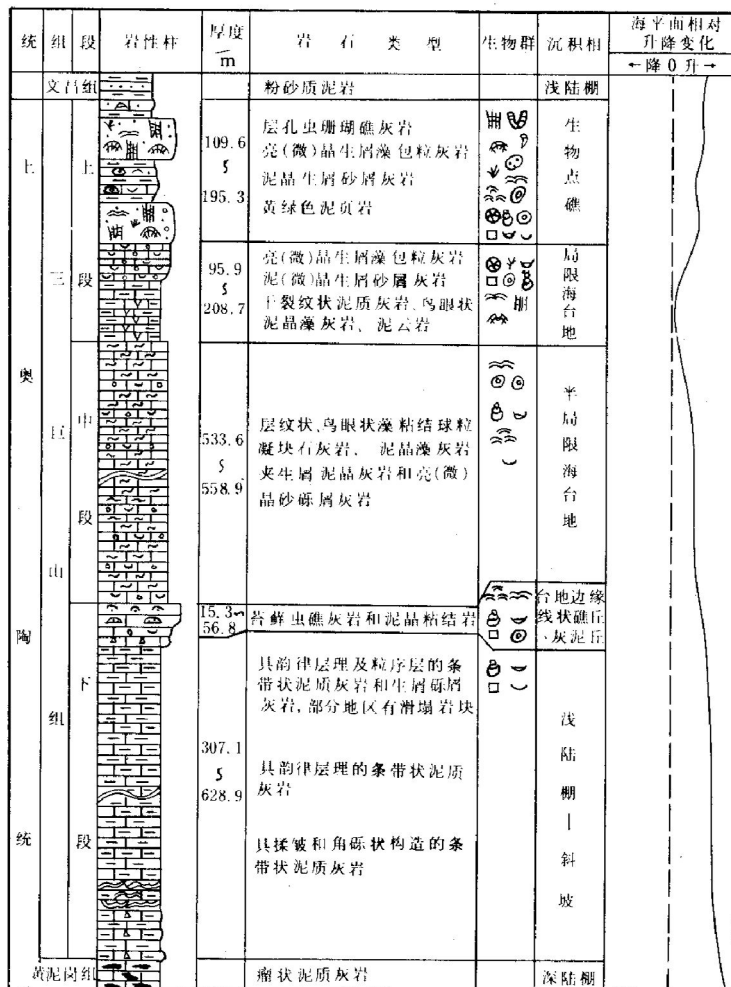


图2 常山-玉山上奥陶统三巨山组柱状图

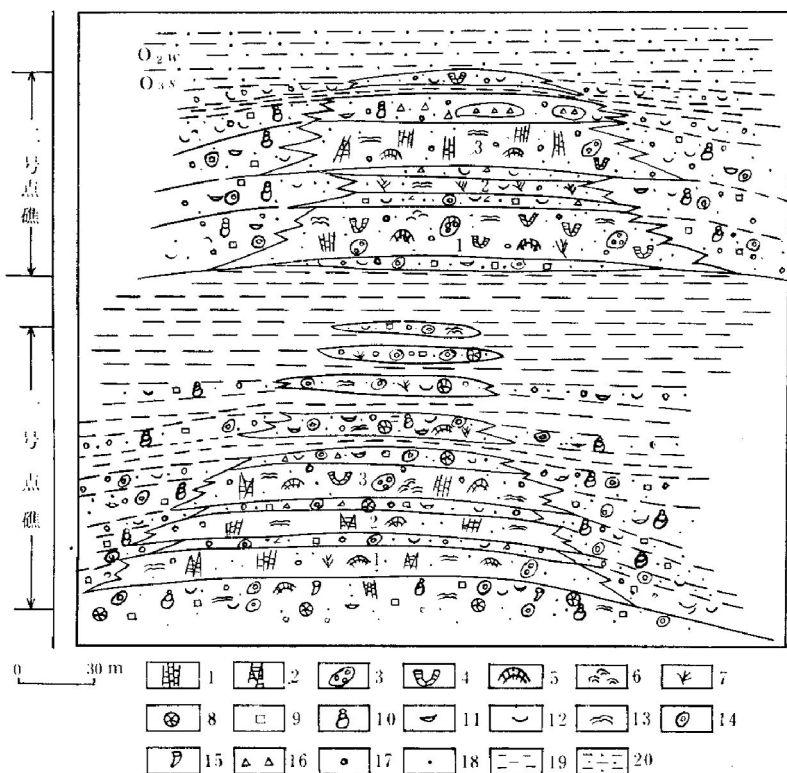


图3 玉山大山脚层孔虫-珊瑚点礁

1—床板珊瑚;2—阿盖特珊瑚;3—日射珊瑚;4—巨型似弗莱契珊瑚;5—网格、蜂巢层孔虫;6—变口目苔藓虫;7—管孔藻;8—蠕孔藻;9—棘屑;10—腹足类;11—腕足类;12—生物屑、介屑;13—蓝、绿藻(藻包壳、叠层石);14—藻包粒;15—单体珊瑚;16—礁角砾、礁砾屑;17—砾屑;18—砂屑;19—泥页岩;20—粉砂质泥岩

等形式大面积披盖和粘结包绕造架生物及生物砾,形成大型皮壳状藻包壳和藻包粒,部分藻包壳往往是多种藻类交替粘结的集合体。

2.1.6 居礁生物和喜礁生物

主要有蠕孔藻、腹足类、腕足类、海百合、三叶虫类、头足类等,除少量分布于礁核外,大部分集中于礁基滩、礁间滩和礁翼。

2.2 礁的生物群落组成^[3,5,6]

2.2.1 腹足-腕足-海百合群落

主要位于礁基滩、礁间滩亚相中,以二号点礁体礁基滩最为丰富。以海百合为主,丰度高,为群落中之优势属。腕足类局部富集,与其共生的还有腹足类、头足类、蠕孔藻、三叶虫及蓝绿藻类等。海百合、腕足类和腹足类常以不同的丰度和不等的频度构成多种形式组合并分别占据不同层次的空间。该群落可代表潮下浅滩群落。

2.2.2 似弗莱契珊瑚-日射珊瑚群落

主要位于二号点礁体的下部和中下部,由造架、障积、粘结和居礁生物组成。在单位统计岩面上、造礁生物含量达65%,分异度9。造架生物主要以原地生长的巨型似弗莱契珊瑚为主,相对丰度达40%、次为日射珊瑚、似网膜珊瑚、始弗莱契珊瑚和网格层孔虫、蜂巢层孔虫等。造礁方式以粘结-骨架式为主,巨型似弗莱契珊瑚在生屑棘屑滩底质上的突发性生长繁殖而成为该群落的特征生物和优势生物,从而使礁一开始即进入繁盛阶段并形成第一个成礁旋回。群体珊瑚、层孔虫和藻类的繁盛,表明为水体清洁温暖、盐度正常、水深约5~

2.1.3 管孔藻(*Solenopora*)

为本区的主要障积生物之一(图4)。呈放射状、倒锥状及扇形结核状(图版1-7),藻体直径为0.5~3 cm,最大可达5 cm,内部由放射状或垂直分叉的钙化细胞列构成的细胞丝体组成,通常生活于盐度正常、水体清洁的中~高等能量环境,但也可在被遮挡的礁坪和浅水环境繁殖,并导致大量灰泥的障积和聚集,在礁核中常与床板珊瑚和层孔虫共生。

2.1.4 苔藓虫

以同苔藓虫(*Homotrypa*)、针苔藓虫(*Stictopora*)和小攀苔藓虫(*Batostoma*)为主。属次要造礁生物,分布量较少,常与层孔虫、床板珊瑚等共生于礁核中。

2.1.5 包覆粘结生物

以蓝绿藻(*Cyanophyceae*)为主(图4),其次还包括具有包覆能力的日射珊瑚和层孔虫类。

蓝绿藻以绵层类(*Spongiostromata*)为主,其次为葛万藻(*Girvanella*)、球松藻(*Ortonella*)等。绵层藻以不规则藻纹层、藻叠层、藻凝块

10 m 的中-高等能量浅水环境。该群落为典型的礁核群落。

2.2.3 管孔藻-网格层孔虫-蜂巢层孔虫群落

位于礁体的中部和中下部,由障积、粘结和居礁生物组成。在单位统计岩面上,造礁生物含量达 45%,分异度 8。障积生物以丛状、放射状管孔藻为多,其次有网格层孔虫、蜂巢层孔虫及少量始弗莱契珊瑚、日射珊瑚、似网膜珊瑚、阿盖特珊瑚等。管孔藻相对丰度达 20%,为该群落之特征生物,而球状半球状层孔虫及小型块状群体珊瑚为常见生物,由于丰度较低且分散,仅起障积作用。

2.2.4 阿盖特珊瑚-网格层孔虫群落

主要位于二号点礁的中上部,为礁发育的第二个繁盛阶段。该群落由造架、障积、粘结、居礁及喜礁生物组成。在单位统计岩面上,造礁生物含量达 70%,分异度 13。造架生物以原地生长的大型块状阿盖特珊瑚和球状、块状网格层孔虫、蜂巢层孔虫为主。生物丰度和分异度均高,其中阿盖特珊瑚相对丰度达 41%。群落中造架生物还有日射珊瑚、似网膜珊瑚、星孔珊瑚、原孔珊瑚、似弗莱契珊瑚、始弗莱契珊瑚以及泡沫层孔虫、织层孔虫、苔藓虫、管孔藻等。珊瑚居群复杂多样、丰富多采。群落中蓝绿藻粘结和生物包覆作用发育,这无疑使礁格架的整体抗浪能力得到增强和稳定。该阶段其生态环境仍属水体温暖、盐度正常的中-高等能量浅水环境,水深约 5 m。

2.3 礁发育中的群落演替

以上部二号点礁为例,自下至上群落的演化序列为:海百合群落→似弗莱契珊瑚群落→管孔藻-网格层孔虫群落→阿盖特珊瑚群落。序列表明,海百合群落出现于较深水浅滩、为礁基相,标志着礁旋回的开始,由于环境适宜,似弗莱契珊瑚群落开始突发性生长、繁盛,使礁生长一开始就进入高峰期,而后随着海水变浅而迅速衰退并过渡为第一成礁旋回的间歇期。而后又以此为基底,管孔藻-网格层孔虫群落开始生长。随海平面再次降低和上升,管孔藻-网格层孔虫群落又迅速衰退,并在新的底质上发育阿盖特珊瑚群落,组成第 3 个成礁旋回和最大繁盛期。

以上表明,本区礁群落间的演替关系总的以渐变性为特征,每期礁旋回的生物总面貌虽大致类似,但生物属种及数量却有较明显的变化。

2.4 礁岩类型^[4]

2.4.1 粘结岩类

主要由蓝绿藻粘结作用而形成。通常以藻叠层、藻包壳形式大面积粘结包绕造礁生物和生物屑,形成大型藻包粒和藻礁格架。藻粘结面积一般 25%~50%,局部可达 70%~80%。以减缓水流,阻截灰泥细屑使其就地沉积从而形成各类障积-粘结岩。该类岩石主要分布于礁核,推测其形成水深为 5~15 m 的中-低等能量环境,为礁旋回间过渡岩性。

2.4.2 障积岩和障积-骨架岩类

主要由原地生长的小型丛状、块状床板珊瑚、球状半球状层孔虫及放射状管孔藻、苔藓虫类组成。床板珊瑚、层孔虫体径 5~20 cm,含量一般为 25%,虽大部呈分散状而不易形成礁骨架,然而却堵截灰泥细屑,显示了明显的障积功能。当含量达 30%~40%时,即可形成明显的生长骨架而过渡为障积-骨架岩类。该类岩石一

生物群	礁基障	礁核	礁翼 (礁前)	礁坪 (礁后)	水深/m				能量		
					潮上 间	潮下			低	中	高
						10	20	40~100			
床板珊瑚	块状										
	球状不规则块状										
	半球状、面包状										
	不规则板状										
	粗柱丛状										
层孔虫	细弱丛状										
	单体四射珊瑚										
	块状										
	球状、半球状										
	穹隆状、包壳状										
藻	薄板状、薄层状										
	变日苔藓虫										
	管孔藻										
	始孔藻										
	腹足类										
藻	腕足类										
	棘皮类										
	头足类										
	三叶虫										
	葛万藻										
藻	球松藻										
	奥尔特藻										
	穹状叠层石										
	藻包壳										
	藻包粒										
藻	藻球粒、凝块石										
	藻团块										
	藻结孔(泥晶化)										

图4 玉山大山脚礁组合中的生物群生态、丰度和分布

般形成于中等或中-低等能量的礁核相环境中,水深10~20 m。

2.4.3 藻包覆骨架岩类

主要由原生状态的大型块状、丛状床板珊瑚,球状、块状层孔虫及藻类组成。它们相互紧密叠置和包绕,构成明显的生长骨架。珊瑚和层孔虫体径10~30 cm,部分35~40 cm,生物总量50%~75%,生物体和骨架间为纹层状、叠层状蓝藻、葛万藻及球松藻等粘结包覆。主要分布于礁核的中部,为礁发育的最繁盛阶段,但其数量不及前两类丰富,推测发育在水深5~10 m的中-高等能量环境。

2.4.4 塌积角砾岩类

为礁角砾和层孔虫、群体珊瑚等生物砾屑塌积形成。礁角砾呈棱角、次棱角状,大小不等,主要分布于礁体上部和侧翼。礁角砾岩呈透镜状、似层状分布,透镜体为m:0.5×1 m~m:5×10,属礁前风暴浪击碎崩塌的产物。

3 礁相特征

3.1 下部一号点礁体

礁基底主要为一套深灰色网纹状亮晶生屑藻包粒灰岩和生屑砂屑灰岩组成的浅滩相沉积,厚达105 m,常见有蠕孔藻、腕足类、腹足类和棘皮类等,同时还有大量藻包粒、藻团块。蓝藻丰度高,生屑含量达60%~75%。礁核相主要由三层床板珊瑚、层孔虫礁灰岩与生屑藻包粒灰岩交互叠置组成,并由下至上形成以管孔藻、日射珊瑚、层孔虫粘结-障积岩,层孔虫、阿盖特珊瑚障积-骨架岩和层孔虫、似弗莱契珊瑚、阿盖特珊瑚粘结-骨架岩为主体的礁核相沉积。顶部礁盖层由多层透镜状、似层状亮晶生屑藻包粒灰岩与厚层黄绿色泥页岩间互组成,并最终被厚层黄绿色泥页岩覆盖而消亡。

3.2 上部二号点礁体

3.2.1 礁基底亚相

为礁体的生长基座,主要为生屑棘屑灰岩和棘屑砂屑灰岩组成的棘屑滩沉积,厚仅1.5 m。生屑以海百合为主,次为腕足类、腹足类等。

3.2.2 礁核亚相

由三层床板珊瑚、层孔虫礁灰岩叠置组成,每层礁灰岩即为一生长旋回,其间为生屑棘屑灰岩分隔。第一生长旋回——似弗莱契珊瑚、日射珊瑚障积-骨架岩阶段:礁体以大型丛状似弗莱契珊瑚的突发性生长为特征,丛状块径15~30 cm,密集发育,成为该旋回礁格架的主体。与之共生的有日射珊瑚、似网膜珊瑚、始弗莱契珊瑚和网格层孔虫、蜂巢层孔虫等。生物体和礁架间为灰泥、生物屑充填,造架生物总量达65%以上。礁体向上水体变浅,似弗莱契珊瑚等造架生物迅速衰退并过渡为间歇期生屑棘屑灰岩沉积。第二生长旋回——管孔藻、层孔虫粘结-障积岩阶段:以丛状、放射状管孔藻为主,次为层孔虫、苔藓虫等,生物总量达45%,其中管孔藻占20%。管孔藻块径1~8 cm,原地生长,密集分布,形成以障积岩为主的礁相沉积。第三生长旋回——阿盖特珊瑚、层孔虫粘结-骨架岩阶段:以大型块状阿盖特珊瑚和球状块状层孔虫为主,其次有日射珊瑚、似网膜珊瑚、星孔珊瑚、始弗莱契珊瑚、似弗莱契珊瑚及苔藓虫、管孔藻、蓝绿藻类等。层孔虫以网格式层孔虫、蜂巢层孔虫为主,次有泡沫层孔虫、织层孔虫等。床板珊瑚块径10~35 cm,层孔虫块径10~25 cm。生物体和礁架间为蓝藻类粘结包覆。该阶段生物丰富齐全,它们相互粘连包覆、捆绑叠盖,形成坚强的抗浪格架,组成以藻包覆骨架岩为主的礁核相沉积。礁上部陆源泥质物增多,群体珊瑚和层孔虫数量急剧减少且个体变细,表明古陆活动加强,海水浊度增大,礁核逐渐退缩。

3.2.3 礁间沉积亚相

由微晶生屑砂屑灰岩和生屑棘屑泥质灰岩组成,为礁生长间歇期和礁旋回间过渡岩性,属礁间滩(坪)环境。

3.2.4 礁前塌积亚相

塌积角砾岩呈透镜状、团块状分布于礁上部与侧翼条带状泥质灰岩中。透镜体大者5~10 m,小者0.5~2.5 m,由礁砾屑和生物砾堆积而成。礁砾屑粒径10~150 cm,呈棱角至半棱角状,砾间为砂砾屑和泥灰基质

充填,同时,还可见被风浪击碎的珊瑚和生物砾屑散落于灰泥中形成的漂砾岩。

3.2.5 礁盖层亚相

直接覆于礁顶,由条带状生物屑珊瑚泥质灰岩和中薄层状黄绿色泥页岩组成。

4 演化及控制因素

4.1 演化

以上部二号点礁为例,可分如下几个演化阶段(图5):(1)旋回初期,海盆下沉,海水加深,泥质减少,在泥坪之上发育了以海百合为主的棘屑滩,并以其为基底突发性生长似弗莱契珊瑚-日射珊瑚礁。(2)礁迅速生长并形成以似弗莱契珊瑚为主体的礁格架岩,随着礁的生长海水逐渐变浅并过渡为礁间歇期沉积。(3)海平面又缓慢上升并生长以管孔藻、层孔虫为主的障积型礁。(4)海平面上升速度与礁生长相适应,以大型块状阿盖特珊瑚为主的群体珊瑚和层孔虫及藻类迅速发育,形成以藻包覆骨架岩和粘结岩为主的礁核相,并于礁前形成礁角砾塌积岩堆积。(5)大量泥砂注入海盆,礁最终被文昌组粉砂质泥岩全面覆盖而消亡。

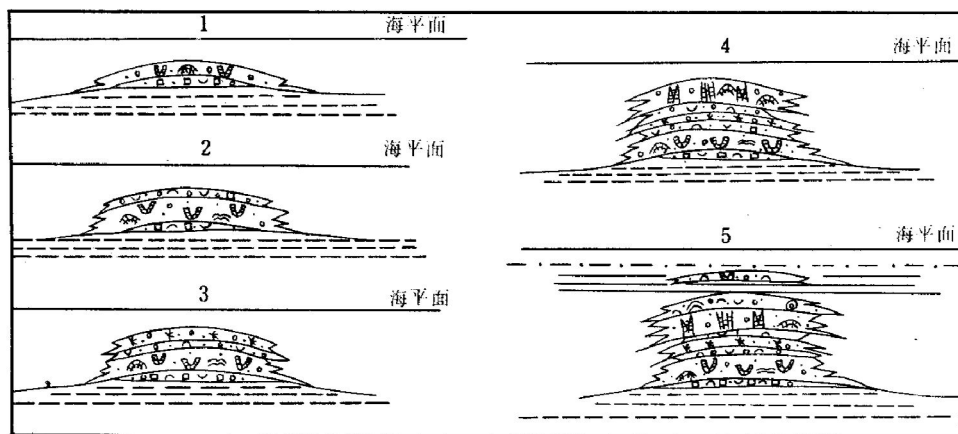


图5 二号点礁演化示意图

4.2 控制因素^[7]

4.2.1 构造活动

礁生长主要受控于构造活动。短暂的构造稳定期和适度的海平面上升是礁的主要生长发育期,因此造礁生物的发育繁殖都与稳定的成礁环境密切相关。只有海平面上升速率与造礁生物的生长速率相适应才能使礁正常发育,否则均不利于造礁生物的生长而使礁发育受阻。因此,构造活动控制盆地沉降和海平面变化是影响礁发育的一个重要因素。

4.2.2 陆源泥质碎屑物

东南大量泥质碎屑物间歇性地向海盆注入,造成清水和浑水环境不断更替,周期性地改变着海盆的生态环境而控制了礁的生长。礁发育阶段,礁体常被若干层陆源泥质碎屑物直接覆盖而间断,影响了礁的生长。然而,当陆源泥质碎屑物含量降低,水体相对洁净而有利于造礁生物繁殖时,礁又再次开始生长。因此,陆源泥质碎屑物注入量的变化,同样是控制礁发育的关键因素。

参 考 文 献

- 1 林宝玉,邹鑫枯. 浙赣地区晚奥陶世床板珊瑚日射珊瑚及其地层意义. 见:中国地质科学院地层古生物论文集编委会. 地层古生物论文集. 北京:地质出版社,1977. 108~208
- 2 陈旭,戎嘉余,丘金玉. 江西玉山祝宅晚奥陶世地层、沉积特征及环境初探. 地层学杂志,1987,11(1):23~34

- 3 范嘉松,齐敬文. 广西隆林二叠纪生物礁. 北京:地质出版社,1990. 61~79
- 4 陈学时. 黔西南二叠纪生物礁成岩作用特征及储集性. 沉积学报,1986,4(4):53~63
- 5 杨式溥. 古生态学——原理与方法. 北京:地质出版社,1993. 147~163
- 6 巩恩普. 湖南新邵巨口铺中泥盆世生物礁生长动力学研究. 地质学报,1993,67(3):276~284
- 7 贺自爱,杨宏,罗孝质. 贵州上二叠统“生物礁”的性质及其踪迹. 石油与天然气地质,1981,2(1):1~9

图版 I 说明

1. 阿盖特珊瑚骨架岩,为阿盖特珊瑚化石纵切面.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,透射光, $\times 4$ 。
2. 日射珊瑚藻包覆骨架岩,为日射珊瑚化石横切面.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,透射光, $\times 4$ 。
3. 日射珊瑚藻包覆骨架岩,为日射珊瑚纵切面.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,透射光, $\times 4$ 。
4. 似网膜珊瑚藻包覆骨架岩,为似网膜珊瑚化石纵切面.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,透射光, $\times 4$ 。
5. 网格层孔虫藻包覆骨架岩.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,单偏光, $\times 25$ 。
6. 蜂巢层孔虫障积-骨架岩.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,单偏光, $\times 25$ 。
7. 管孔藻障积岩.江西玉山大山脚, O_3s^3 ,单偏光, $\times 25$ 。

PATCH REEF OF LATE ORDOVICIAN STROMATOPOROIDS AND CORALS IN YUSHAN, JIANGXI

Chen Xueshi

(Hangzhou Institute of Petroleum Geology, Hangzhou, Zhejiang)

Abstract

Stromatoporoids-coral patch reef of Late Ordovician Sanjushan Formation in Dashanjiao of Yushan, Jiangxi Province, developed on an isolated carbonate platform in Sanshan region. It is a complex and multicycle superimposed reef composed vertically by two patch reefs. The main reef-building organisms are Tabulata, stromatoporoids and alga. Based on the paleoecology of reef-building organisms, they could be divided into four communities. It is considered that the rock types of the reef complex are dominantly bafflestone, bind-bafflestone, baffle-bindstone and algal binded framestone. Reef facies may be divided into five subfacies such as reef base, reef core, interreef deposit, reef talus and reef cap. The reef core underwent clearly three evolution cycles. The evolution of the reef was controlled by structures and the filling of argillaceous debris.